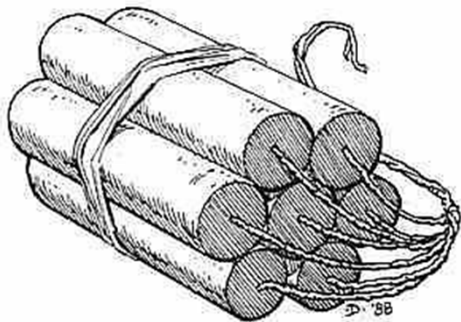


6. cvičení

Clonový odstřel II



Trhací práce na lomech



Zadání

Navrhněte parametry 1 řadového clonového odstřelu ve vápencovém lomu.

Délka etáže 100 m.

Objemová hmotnost suroviny $\rho=2700 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$.

Výška etáže $H=18 \text{ m}$.

Úhel sklonu lomové stěny $\alpha=75^\circ$.

Průměr vrtu $D_v=110 \text{ mm}$.

Volba trhaviny

Trhavina Permon 50

- Balení 90/3400

Počínová nálož Semtex 1A

- Balení 60/500

Charakteristiky trhavyiny

Trhavina Permon 50

- Výbuchové teplo Permonex V 19
- $Q_{OP}=4242 \text{ kJ.kg}^{-1}$
- $\rho_{OP}=1050 \text{ kg.m}^{-3}$
- Výbuchové teplo Permonu 50
- $Q_{OT}=3542 \text{ kJ.kg}^{-1}$
- $\rho_{OT}=1000 \text{ kg.m}^{-3}$
- Délka jedné náložky Permonu 50 je 590 mm.

Určení záběru w

1. Určení koeficientu sblížení vrtů:

Volím:

$m=0,9$

Určení záběru w

2. Specifická spotřeba trhavin q_{OT}

Určení hodnoty specifické spotřeby trhavin q podle empirických vzorců.

Poměrně dobře vyhovuje pro určení specifické spotřeby trhavin vztah platný pro trhavinu Permonex V19:

$$q_{OP} = 0,145 \cdot \rho_h \quad [\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}]$$

Kde ρ_h – objemová hmotnost horniny $[\text{t} \cdot \text{m}^{-3}]$

Opravné koeficienty pro jiné druhy trhavin určíme na základě objemové koncentrace energie E_0 , která je dána součinem

$$E_0 = Q_v \cdot \rho_t \quad [\text{MJ} \cdot \text{m}^{-3}]$$

Kde Q_v – výbuchové teplo výbušniny $[\text{MJ} \cdot \text{kg}^{-1}]$

ρ_t – hustota trhaviny $[\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}]$

Označíme-li

E_{OP} – objemová koncentrace energie Permonexu V19 $[\text{MJ} \cdot \text{m}^{-3}]$

E_{OT} – objemová koncentrace energie jiné trhaviny $[\text{MJ} \cdot \text{m}^{-3}]$

nabude vzorec tvar

$$q_{OT} = 0,145 \cdot \rho_h \cdot \frac{E_{OP}}{E_{OT}} \quad [\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}]$$

který umožní empiricky určit hodnotu specifické spotřeby trhaviny pro libovolnou trhavinu.

Určení záběru w

2. Specifická spotřeba trhavin q_{OT}

Podle tabulka objemových hmotnosti hornin:

Tabulka 39 Měrná spotřeba trhavin pro clonové odstřely

H o r n i n a	koefficient-f- Protodjakonova	$q/kg\ m^{-3}$
Spraš(hlíny)	0,6	0,21 - 0,24
pevné jíly	0,6 - 0,8	0,21 - 0,26
křída	1	0,16 - 0,18
sádrovec	1 - 2	0,21 - 0,26
tufy	1 - 2	0,30 - 0,47
konglomerát-brekcie s vápenatým tmelem	2 - 4	0,24 - 0,29
pískovec s hlinitým tmelem, hlinitá břidlice	4 - 5	0,24 - 0,29
dolomit, vápenec, magnezit s vápenatým tmelem	5 - 6	0,26 - 0,34
vápenec, pískovec, magnezit	5 - 10	0,26 - 0,42
žula, granodiorit	10 - 18	0,32 - 0,45
čedič, andezit	10 - 20	0,37 - 0,63
křemenec	15 -	0,32 - 0,37
portyrit	15 - 18	0,42 - 0,45

Určení záběru w

3. Hmotnost trhaviny na jeden běžný metr

$$p = \frac{\pi \cdot d_n^2}{4} \rho_t \quad [kg \cdot m^{-1}]$$

ρ_t – hustota trhaviny [kg.m⁻³]

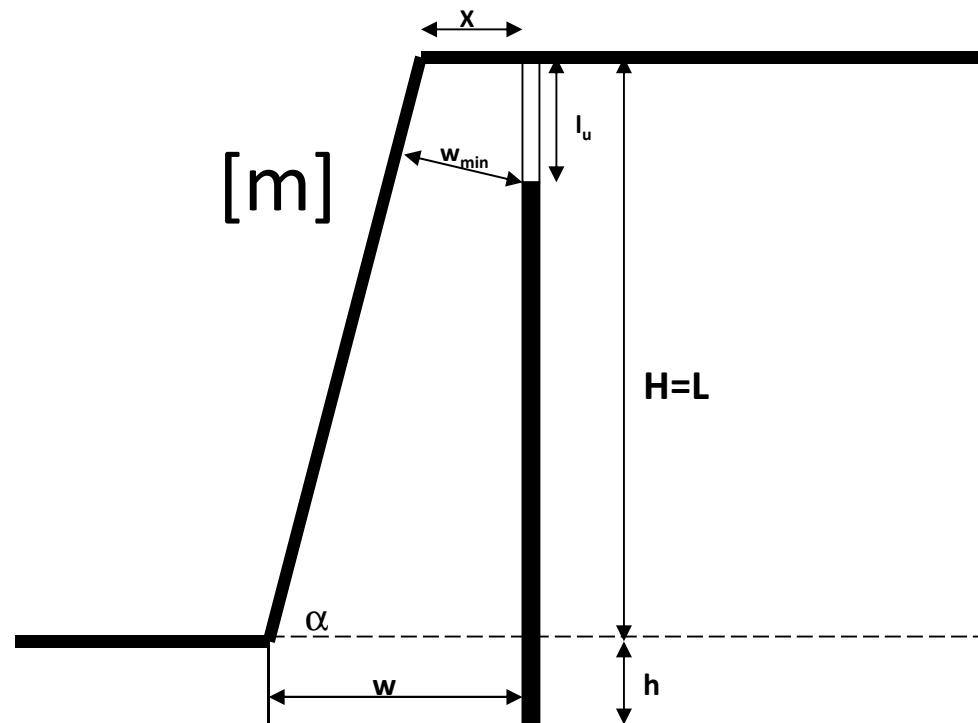
d_n – průměr nálože [m]

Určení záběru w

4. Délka vrtu

$$L = H \text{ [m]}$$

H – výška stěny lomu



Určení záběru w

5. Velikost odporové úsečky

$$w = \frac{\sqrt{p^2 \cdot K_2^2 + 4m \cdot H \cdot q_{OT} \cdot p \cdot L} - K_2 \cdot p}{2m \cdot H \cdot q_{OT}}$$

p – hmotnost trhaviny na jeden běžný metr [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$]

H – výška stěny lomu [m]

L – délka vrtu bez převrtání [m]

m – koeficient sblížení vrtů [-]

q_{OT} – specifická spotřeba trhavin [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$]

$k_2 = 0,8$ poměrový koeficient [-](viz. níže)

Kontrola záběru w

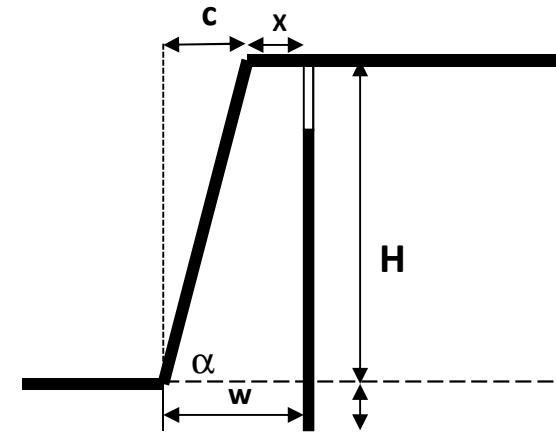
Podmínka bezpečnosti: $w > H \cdot \cotg \alpha + x$

Pokud není podmínka splněna pak:

$$w = H \cdot \cotg \alpha + x \text{ [m]}$$

$$x = w - c$$

$$c = \frac{H}{\tg \alpha}$$



Po stanovení záběru w je nutno provést kontrolu délky ucpávky:

$$l_u > w_{\min}$$

$$l_u = w \cdot K_2$$

$$w_{\min} = l_u \cdot \cotg \alpha + x \text{ [m]}$$

Zbývající geometrické parametry

1. Rozteč vrtů v řadě

$$a = m \cdot w \quad [m]$$

m – koeficient sblížení vrtů [-]

w – záběr vrtu [m]

Zbývající geometrické parametry

2. Hloubka podvrtání

$$h = k_1 \cdot w \text{ [m]}$$

w – záběr vrtu [m]

K_1 - poměrný koeficient [-]

Dle Langeforse

$$K_1 = 0,3$$
$$K_1 = \frac{4}{3} \left(\frac{\sigma_t}{P_D} \right)^{\frac{1}{6}}$$

Dle Hina

$$P_D = \frac{1}{4} \cdot \gamma \cdot D^2$$

- σ_t = tlaková pevnost [MPa] γ = náložová hustota [kg.m⁻³]
- P_D = detonační tlak [MPa] D = detonační rychlost [m.s⁻¹]

Zbývající geometrické parametry

3. Délka ucpávky

$$l_u = k_2 \cdot w [m]$$

$k_2 = 0,8$ poměrový koeficient [-]

w – záběr vrtu v patě [m]

Musí platit podmínka $l_u > w_{\min}$

Zbývající geometrické parametry

4. Délka odstřelu B

Zadaná

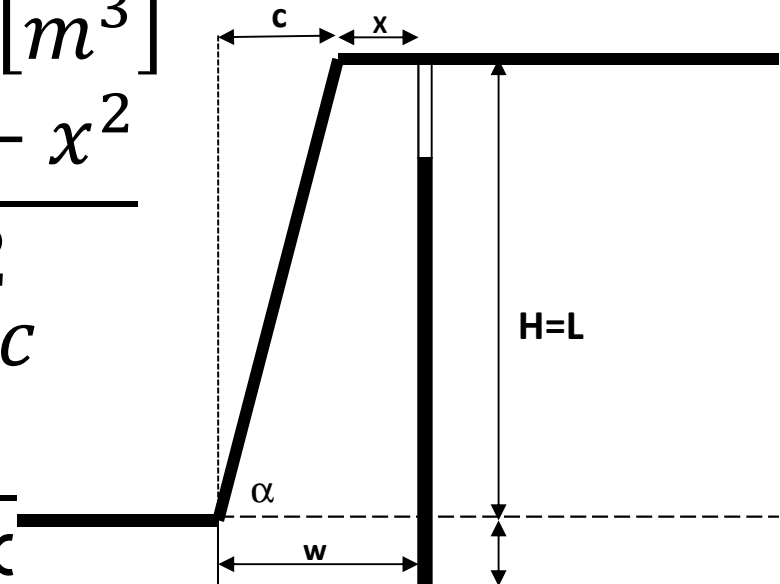
5. Celková kubatura

$$V_n = A_{\text{řez}} \cdot B \text{ [m}^3\text{]}$$

$$A_{\text{řez}} = \frac{wx + x^2}{2}$$

$$x = w - c$$

$$c = \frac{H}{\text{tg } \alpha}$$



Zbývající geometrické parametry

6. Počet vrtů v řadách:

1.řada:

- $N = \frac{B}{a} \text{ [vrtů]}$

Výpočet hmotnosti nálože v 1. řadě

Objemová metoda

určení hmotnosti náloží:

$$Q_1 = V_n \cdot q_{OT} [kg]$$

určení počtu náloží:

$$Q_{1V} = \frac{Q_1}{N}$$
$$\Rightarrow \frac{Q_{1V}}{m_n} [náloží]$$

Technicko-ekonomické parametry odstřelu:

- Rozpojený objem horniny:
- Celková metráž vývrtů:
- Měrná spotřeba trhavin:
- Výnos z 1 bm vývrtu:
- Celková hmotnost trhavin:

Roznět clonového odstřelu

Elektrický

Neelektrický

Elektrický roznět náloží :

- 1, Volba roznětnice (dynamoelektrické, kondenzátorové)
- 2, Návrh hlavního přívodního vedení
- 3, Návrh rozněcovadel (časování, el.odolnost)
- 4, Volba zapojení rozněcovadel
- 5, Posouzení jistoty roznětu
- 6, Časování náloží v profilu díla (vrtné schéma)

Elektrický roznět náloží :

1, Volba roznětnice (dynamoelektrické, kondenzátorové)

Charakteristiky kondenzátorové roznětnice DBR-12



Rozměry bez brašny	d 200 mm x š 70 mm x v 123 mm
Hmotnost bez brašny	2,2 kg
Kapacita kondenzátoru	25 μF + 10%
Napětí kondenzátoru	1200 V
Energie kondenzátoru	min. 18 J
Proudový impuls	min. 18 $\text{mJ} \cdot \Omega^{-1}$
Vnitřní odpor roznětnice	max. 6 Ω
Teplotní rozsah použití	-20°C až +40°C
Časové omezení roznětného proudu	max. 4 ms

Elektrický roznět náloží :

2,4, Návrh hlavního přívodního vedení, Volba zapojení rozněcovadel

Návrh hlavního přívodního vedení :



POUŽITÍ

Spojovací vodiče slouží k propojení elektrických rozboček při povrchových těžebních pracích i podzemní ražbě.

CHARAKTERISTIKA

- teplotní rozsah použití - pro vodiče s izolací PVC a PE: -30 °C až +60 °C
- mechanické a elektrické vlastnosti v souladu s normou ČSN EN 13 763

SPECIFIKACE VODIČŮ

Materiál	: měď
Průměr vodičů	: 1,2mm
Délka vodičů	:
Délka přívodních vodičů	:
Zapojení rozněcovadel	: sériově

Elektrický roznět náloží :

3, Návrh rozněcovadel (časování, el.odolnost)

Tabulka 10. Elektrické parametry elektrických rozbušek

Stupeň okolnosti	NO	SO		VO
		S	Sicca S	
El. odpor pilule (Ω)	1,0 až 2,5*	0,4 až 0,7	0,2 až 0,25	0,038 až 0,050
Bezpečný proud (A)	0,18	0,45	1	4
Bezpečný impuls ($\text{mJ} \cdot \Omega^{-1}$)	0,8	8	25	900
Aktivační proud (A)	0,8	2	**	**
Aktivační impuls ($\text{mJ} \cdot \Omega^{-1}$)	3	18	60	3 000
Elektrická pevnost (V)	1 500	1 500	1 500	1 500
Odolnost vůči statické elektřině (kV/pF)	10/300	10/2 000	15/2 000	30/2 500
Odolnost proti vodnímu tlaku (Pa/h)	$2 \cdot 10^2/2$	$2 \cdot 10^5/2$	$2 \cdot 10^5/6$	$2 \cdot 10^5/2$

Potřebuju znát:

El. Odpor pilule můstku $[\Omega]$

(El. Odpor pilule)

Aktivační zážehový impuls $[\text{J} \cdot \Omega^{-1}]$

(Roznětný impuls(sériové zapojení))

Viz Trhacia technika, Dojčar

Rozbušky se střední odolností vůči elektrickému proudu - Bezpečný proud 0.45 A

	Mžikové	Milisekundové	Důlně bezpečné	Čtvrtsekundové	Půlsekundové	Použití
Stupeň zpoždění	0	1 - 30	0 - 16	1 - 12	1 - 12	Rozbušky jsou charakterizovány střední odolností proti nežádoucí iniciaci indukovanými a bludnými proudy, elektrostatickou, atmosférickou nebo vysokofrekvenční energií. Důlně bezpečné rozbušky jsou určeny pro trhací práce v prostředí s výskytem výbušných plynů a prachů, zejména metanu. Rozbušky jsou určeny pro veškeré trhací práce v lomech, neplynujících dolech, pro ražení tunelů a šachet, hloubení kanálů a odvodňovacích příkopů a jiné povrchové i podpovrchové odstřely.
Interval zpoždění	< 4 ms	25 a 50 ms	30 ms	250 ms	500 ms	
Materiál dutinky	Al	Al	Al	Al	Al	
Mat. přív. vodičů	Fe nebo Cu	Fe nebo Cu	Fe nebo Cu	Fe nebo Cu	Fe nebo Cu	
Barva izolace	žlutá/červená	žlutá/červená	žlutá/žlutá	žlutá/zelená	žlutá/modrá	

DeM

DeD

DeP

Zdroj: www.austin.cz

Elektrický roznět náloží :

5, Posouzení jistoty roznětu

Odpor hlavního roznětného vedení :

$$R_{HV} = \rho \cdot L \text{ } [\Omega]$$

ρ – Ohmický odpor vodičů

L - délka vodičů (2x H_{max})

Odpor jedné rozbušky :

$$R_1 = R_m + \rho \cdot l \text{ } [\Omega]$$

R_m - El. Odpor pilule můstku

l – délka přívodních vodičů

Součet odporů všech rozbušek :

$$R_p = N \cdot R_1 \text{ } [\Omega]$$

N – počet náložek

Elektrický roznět náloží :

5, Posouzení jistoty roznětu

Odpor hlavního roznětného vedení :

$$R_{HV} = \rho \cdot L \text{ } [\Omega]$$

ρ – Ohmický odpor vodičů

L - délka vodičů (2x H_{max})

Odpor jedné rozbušky :

$$R_1 = R_m + \rho \cdot l \text{ } [\Omega]$$

R_m - El. Odpor pilule můstku

l – délka přívodních vodičů

Součet odporů všech rozbušek :

$$R_p = N \cdot R_1 \text{ } [\Omega]$$

N – počet náložek

Ohmické odpory vodičů

Odr
 R_{HV}
 ρ
 I
 Odr
 R₁
 R_m
 I
 C
 Sou
 R_p
 I
 Z

Průměr vodiče /mm/	Průřez vodiče /mm ² /	Ohmický odpor/Ω m ⁻¹ /	
		Cu	Fe
0,5	0,196	0,089	0,686
0,6	0,283	0,061	0,469
0,7	0,385	0,045	0,346
0,8	0,503	0,034	0,261
0,9	0,636	0,027	0,207
1,0	0,785	0,022	0,169
1,2	1,131	0,015	0,115
1,4	1,539	0,011	0,084
1,6	2,011	0,0087	0,066
1,8	2,545	0,0068	0,052
2,0	3,142	0,0055	0,042
2,2	3,800	0,0045	-
2,4	4,520	0,0038	-
2,6	5,310	0,0032	-
2,8	6,160	0,0028	-
3,0	7,070	0,0024	-

Elektrický roznět náloží :

5, Posouzení jistoty roznětu

Zážehový impuls :

$$L_z = \frac{U^2 \cdot C}{2(n^2 \cdot R_{HV} + R_p)} \cdot (1 - e^{-\frac{2t}{\tau}})$$

U – napětí kondenzátoru

C – kapacita kondenzátoru

n – počet zapojených serií

$$\tau = C \cdot (R_{HV} + \frac{R_p}{n^2})$$

$$L_z > L_{\text{aktivačkt}}$$

Roznět clonového odstřelu

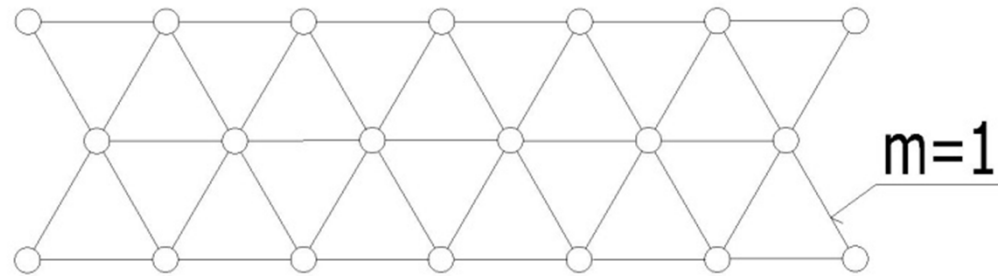
Elektrický

Neelektrický

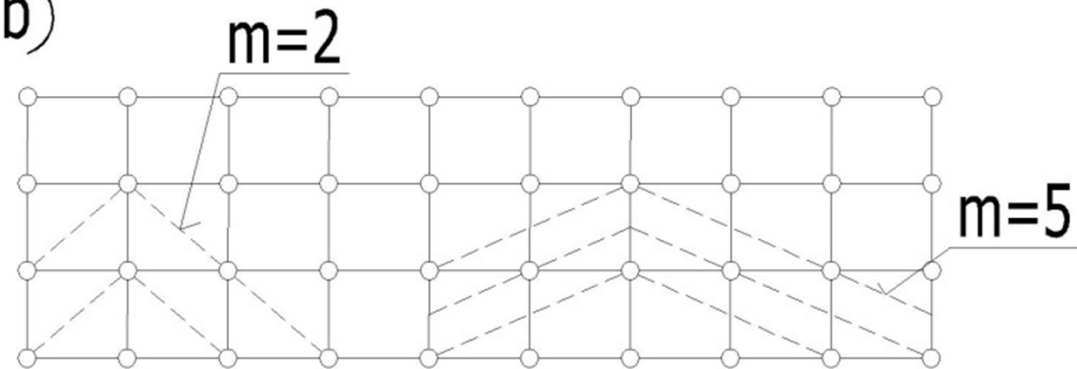
Počin a roznět clonových a plošných odstřelů

Víceřadové časované odstřely

a)



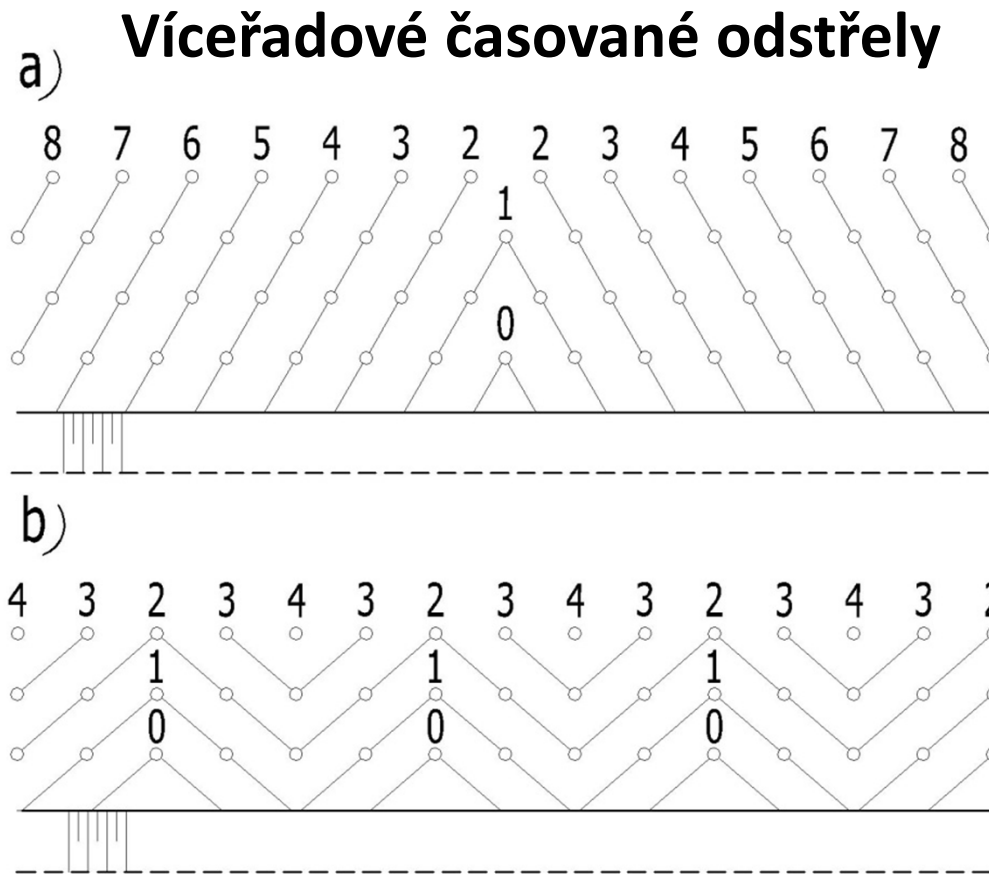
b)



Obr. a – trojúhelníkové schéma

Obr. b – čtvercové schéma

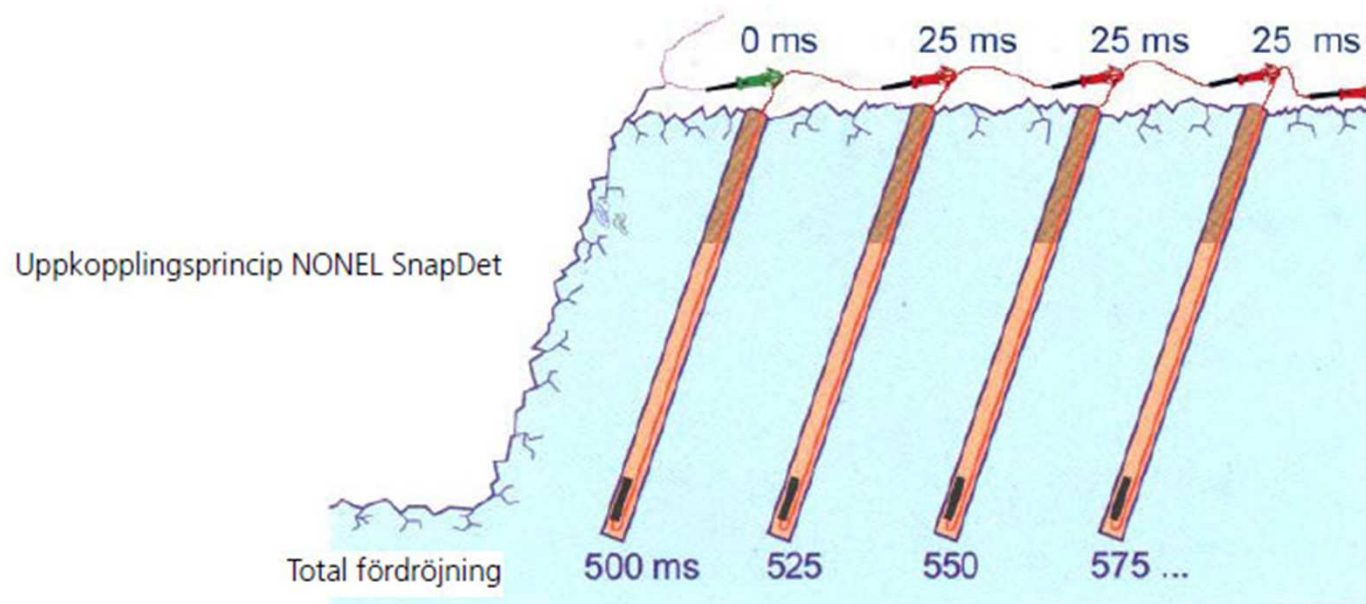
Počin a roznět clonových a plošných odstřelů



Obr. a představuje schéma roznětu postupného ze středu,
Obr. b schéma roznětu střídavého.

Roznět clonového odstřelu Neelektrický Časování rozbušek

Časování pomocí SHOCKSTAR SURFACE



Roznět clonového odstřelu

Neelektrický

Časování rozbušek

3. KONSTRUKCE A TECHNICKÝ POPIS NEELEKTRICKÝCH ROZBUŠEK

1 Rozbuška SHOCKSTAR SURFACE (s milisekundovým zpožděním)

Nový konektor tohoto typu rozbušky přispívá ke zvýšení komfortu obsluhujícího personálu a k úspoře času při sestavování roznětné sítě. Konstrukce konektoru minimalizuje střepinový efekt a usnadňuje sestavení sítě. Konektor je vyráběn v 9 barevných odlišeních, které odpovídají 9 nominálním časům zpoždění (tab. 1). Rozbušky SHOCKSTAR SURFACE mají iniciační mohutnost 0,11 g PETN a skládají se z dutinky s výbušnou náplní a systémem s velmi přesným nominálním zpožděním, těsnicí zátky, detonační trubičky, fixační trubičky, štítku a barevně odlišeného konektoru. Slouží k sestavení povrchové časované sítě a k přenosu iniciace na detonační trubice rozbušek INDETSOCK MS 25/50 a INDETSOCK TS a SHOCKSTAR SURFACE.

i TECHNICKÁ DATA

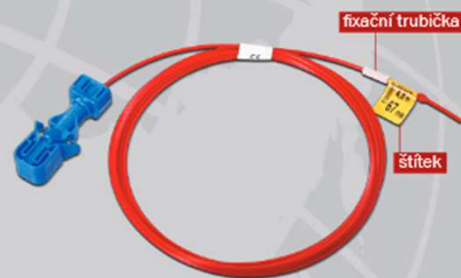
Dutinka
Materiál: hliník
Vnější průměr: 7,65 mm max.
Délka: 62 mm
Značení: potisk s nominálním časem zpoždění

Konektor
Materiál: PE
Barva konektoru: dle nominálního času zpoždění (viz tab.1)

Těsnicí zátk
Materiál: vodivá pryž
Barva: černá

Detonační trubička
Materiál: Surlyn / PE
Základní délka: $2,4 + x \times 0,6$ m
($x = 0, 1, 2, 3 \dots 41$)

Barva: červená
Detonační rychlost: 2000 m/s
Značení: pomocí štítku s údaji:
▪ číslo výrobní série
▪ typ rozbušky
▪ nominální čas zpoždění
▪ délka detonační trubičky
▪ kód sledovatelnosti



obr. 3-1

UPOZORNĚNÍ

Rozbuška SHOCKSTAR SURFACE není určena k iniciaci trhavin! Tato rozbuška je celek tvořený dvěma hlavními částmi - plastovým konektorem a malou rozbuškou s detonační trubičkou. Tyto části jsou výrobcem sestaveny v nerozebíratelný celek. Rozebráním může dojít k poškození tohoto celku a jeho nesprávné funkci!



ČASOVÁNÍ NEELEKTRICKÝCH ROZBUŠEK

SHOCKSTAR SURFACE

Nominální čas zpoždění	Barva konektoru
0	zelená
9	hnědá
17	žlutá
25	červená
33	šedá
42	bílá
67	modrá
100	černá
200	oranžová

tab. 1

Roznět clonového odstřelu

Neelektrický

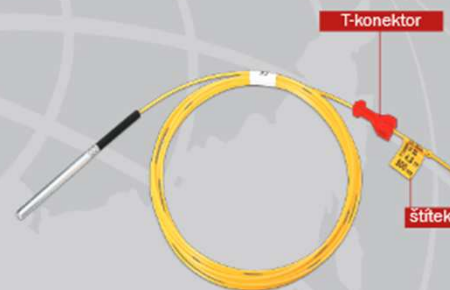
Časování rozbušek

2 DNOVÉ ROZBUŠKY
 Rozbuška **INDETHOCK MS 25/50**
 (s 25 nebo 50 milisekundovým zpožděním)
 Rozbuška **INDETHOCK TS**
 (s 50, 100, 200 a 500 milisekundovým zpožděním)

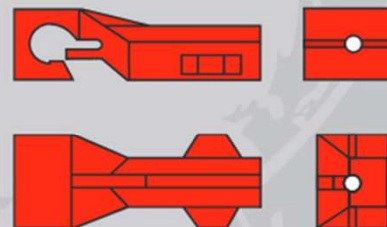
Uvedené rozbušky mají iniciační mohutnost rozbušky 0,72 g PETN a skládají se z dutinky s výbušnou náplní a systémem zpoždění, detonační trubičky, těsnicí zátky a popisného štítku. Rozbušky, které jsou určeny pro zapojení do rozbušky SHOCKSTAR SURFACE jsou také vybaveny fixační trubičkou umístěnou na konci detonační trubičky před zatavením. Používají se k iniciaci počinové nálože (boosteru) nebo přímo průmyslové trhaviny. Rozbušky mohou být opatřeny „T“ konektory (obr. 3-4) a pak mohou být iniciovány bleskovicí. T-konektory jsou dodávány pouze sestaveny s rozbuškou.

i TECHNICKÁ DATA

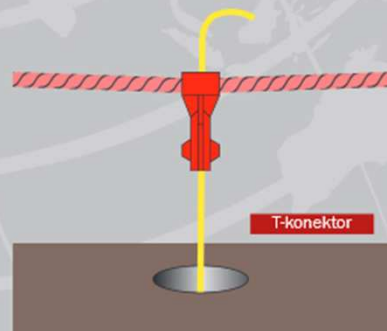
Dutinka	hliník
Materiál:	7,65 mm max.
Vnější průměr:	58 až 93 mm
Délka:	potisk s nominálním časem zpoždění, písmeno „V“ na dně
Značení:	
Těsnicí zátk	
Materiál:	vodivá pryž
Barva:	černá
Detonační trubička	
Materiál:	Surlyn / PE
Základní délka:	2,4 + x · 0,6 m (x = 0, 1, 2, 3 ... 41)
Barva:	žlutá
Detonační rychlost:	2000 m/s
Značení:	pomocí štítku s údaji - ■ číslo výrobní série ■ typ rozbušky ■ nominální čas zpoždění (časový stupeň) ■ délka detonační trubičky ■ kód sledovatelnosti



obr. 3-2



obr. 3-3



obr. 3-4



Roznět clonového odstřelu

Neelektrický

Časování rozbušek

Úkol:

Navrhnout geometrii odstřelu

Navrhnout druh roznětu (počet roznětných náloží na jeden vrt)

Navrhnout časování SHOCKSTAR SURFACE konektorů

Navrhnout časování rozbušek roznětných náloží

Spočítat kolik bude potřeba jednotlivých SHOCKSTAR SURFACE konektorů

Určit délku jednoho SHOCKSTAR SURFACE konektoru

Určit celkovou délku všech SHOCKSTAR SURFACE konektorů